

ENERGI20

Forskning giver grobund for forandring



Innovationsfonden

EUDP



ELFORSK

FORSKNING – UDVIKLING – DEMONSTRATION

Forskning giver grobund for forandring

Statens tre offentlige puljer har bidraget til at gøre det danske samfund til et af verdens mest energieffektive. Danmark står på et grønt fundament, der kan sikre, at de fossile brændsler stort set vil være ude af el- og varmeproduktionen i 2030. Udfordringerne ligger i andre sektorer – industri, transport og landbrug – men elsektoren kan hjælpe sammen med grønne gasser og fjernvarme.

De næste ti år bliver spændende for alle os, der arbejder med forskning, udvikling og demonstration af energiteknologier. Et bredt flertal i Folketinget har en ambition om, at Danmark i 2030 har reduceret udledningen af drivhusgasser med 70 procent, og det giver os en vigtig opgave.



Lykkes vi med indsatsen de kommende år, beriger vi Danmark med flere industrielle styrkepositioner

ANNE GRETE HOLMSGAARD, ANNEMARIE MUNK RIIS OG JØRGEN S. CHRISTENSEN

Klimarådet vurderer, at de 60 procent kan nås med kendt teknologi. At gå fra 60 til 70 procent kræver ny teknologi og ændret adfærd. Den gode nyhed er, at virksomheder og forskere – med støtte fra Innovationsfonden, EUDP, ELFORSK m.fl. – er i gang med at så frø til de forandringer, der skal til.

Klimaaftalen fra den 22. juni 2020 beskriver nogle af de elementer, der skal i spil. De store linjer handler om direkte og indirekte elektrificering af store dele af samfundet, energieffektiviseringer samt mere grøn fjernvarme og grønne gasser – altså emner, Innovationsfonden, EUDP og ELFORSK allerede har arbejdet med i en del år.

Vores tre offentlige puljer har allerede bidraget til at gøre Danmark til et af

verdens mest energieffektive samfund. Danmark står på et grønt fundament, der kan sikre, at de fossile brændsler stort set vil være ude af el- og varmeproduktionen i 2030.

Udfordringerne ligger primært i andre sektorer – industri, transport og landbrug – men elsektoren kan sammen med grønne gasser og fjernvarme være med til at hjælpe disse sektorer i en stadig mere bæredygtig retning. At tænke på tværs af forsyningsarter og at udvikle nye grønne energiteknologiske løsninger med en stærk grad af digitalisering bliver afgørende for, at den grønne omstilling kan blive gennemført til en rimelig pris.

Med klimaaftalen stepper Danmark op ved bl.a. at satse på at etablere verdens første energi-øer – en i Nordsøen og en ved Bornholm – og ved at koble dem sammen med ambitioner om Power-to-X.

Generelt dækker X'et over alle kemiske forbindelser frembragt ved hjælp af elektricitet – herunder brint og andre grønne brændstoffer til brug for tung transport til lands, vands og i luften. Vi ved nogenlunde, hvad der skal til, men der er næppe tvivl om, at der bliver behov for både forskning, udvikling og demonstration for at tvinge priserne ned og anvendelsesmulighederne op.

Med en satsning på Power-to-X står det klart, at vi for alvor melder en ny teknologi ind på den internationale scene, hvor vi allerede er en vigtig spiller inden for vind/havvind, fjernvarme/kraftvarme og en række energieffektive teknologier.

At nå ambitionen om en reduceret udledning af drivhusgasser på 70 procent kræver større og mere langsigtet samarbejde på tværs af sektorer. Det er specielt tilfældet for Power-to-X, der har potentiale til at kæde flere af sektorerne med betydelig udledning af drivhusgasser sammen, samt fangst og lagring (CCS) samt udnyttelse (CCU) af CO₂ fra kraftværker og industrier.

Lykkes vi med indsatsen de kommende år, beriger vi Danmark med flere industrielle styrkepositioner. Vi skaber vækst og beskæftigelse til tusindvis af mennesker – og gøder jorden for et klimaneutralt samfund i 2050 i pagt med målene fra FN's klimaaftale fra Paris.

Vi ser frem til udfordringen og de mange spændende projekter, som vi skal støtte for, at vi kan nå vores fælles klimamål.



ANNE GRETE HOLMSGAARD
FORMAND,
EUDP'S BESTYRELSE



ANNEMARIE MUNK RIIS
VICEDIREKTØR,
INNOVATIONSFONDEN



JØRGEN S. CHRISTENSEN
FORSKNINGS- OG
UDVIKLINGS-DIREKTØR,
ELFORSK, DANSK ENERGI

Grøn søfart med bioolier

Skibsbrændstoffer fra biomasse: MASH Energy og DTU Kemiteknik skal teste en integreret pyrolyse- og forgasningsenhed med vilde perspektiver.

Om 10, 20 og 30 år sejler der stadig skibe med store motorer under dæk rundt på verdenshavene. Skibene sejler på flydende biobrændsler, så der slipper stadig CO₂ ud af skorstenene, men det samlede klimaregnskab er klimaneutralt eller måske endda klimapositivt.



I fremtiden kan skibe måske sætte positive klimaaftryk, mens de sejler. Foto: DFDS.

Ideer og visioner bobler ud af direktør Jakob Andersen fra MASH Energy, der finder overstående scenarie sandsynligt takket være et par næsten modne teknologier. Med støtte fra EUDP vil MASH Energy og DTU Kemiteknik i løbet af de næste år forsøge at nå endnu nogle sømil i retning af bæredygtig skibstransport.

Den løsning, der skal testes, kombinerer en pyrolyseenhed med en forgasser. Begge teknologier har gennem årene nydt betydelig støtte fra bl.a. Innovationsfonden og EUDP, og begge har gjort betydelige fremskridt – endnu uden for alvor at slå igennem kommercielt.

MASH Energy, der har rederiet DFDS blandt sine investorer, er ved at være klar til at kunne producere bioolie på et pyrolyseanlæg i den indiske storby Ahmedabad lidt nord for Mumbai. Prototypeanlægget kan producere bioolie på basis af chashewnøddeskaller,

spildevandsslam, plastikaffald og andre restprodukter. Dermed bliver bioolien i runde tal klimaneutral, men historien stopper ikke her.

Når olien er produceret, ligger der en rest tilbage: Biokoks, der bl.a. kan bruges til at forbedre jordkvalitet og dermed danne grobund for flere afgrøder.

– Biokoks er der brug for rigtig mange steder i verden. I biokoks er der bundet CO₂, der ikke bare frigives til atmosfæren, så en del af kulstoffet fra biomassen kan blive lagret i jorden eller indgå i beton, fortæller Jakob Andersen.

Bioolien kan produceres i Ahmedabad eller decentralt overalt i verden, hvor der findes biologiske ressourcer. Fra disse produktionssteder kan den transporteres til havne og fyldes på skibenes

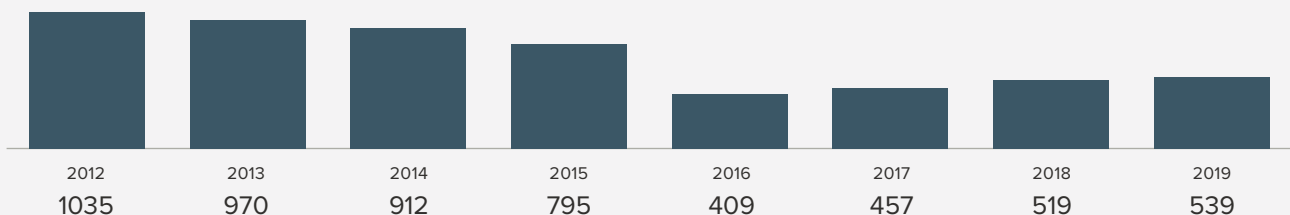
tanke. Skibene kan sejle på normale fossile brændsler tilsat stigende mængder bioolie for til sidst – eller med det samme, hvis der er bioolie nok – at være oppe på 100 procent.

– Vi kan bruge affald, som de fleste steder i verden fortsat ryger på lossepladser, men vi kan også udnytte invasive arter og dermed bidrage til en bedre biodiversitet, siger Jakob Andersen.

Pyrolyse-enhederne kan suppleres med en anden teknologi: Forgassere. DTU Kemiteknik har mange års erfaringer med at udvikle forgassere, og med det nye EUDP-projekt skal de to parter undersøge mulige synergier. Inden nytår 2020 skal MASH Energy og DTU Kemiteknik have designet en pilotskalareaktor til produktion af biobrændsel og bioelektricitet samt udarbejde designdokumentation for reaktoren.

– Vi skal teste, om det hænger sammen i et laboratorium. Hvis det gør, så kan vi tage næste skridt med et fuldskalanlæg med en integreret pyrolyse- og forgasningsenhed på DTU Risø i starten af 2021. Enheden vil blive drevet på spildevandsslam og andre typer affaldsprodukter/biomasse, fortæller Jakob Andersen.

OFFENTLIGE MIDLER TIL INNOVATIONSFONDEN, EUDP OG ELFORSK (MIO. KR.)



I Danmark tildeles der hvert år offentlige midler til forskning, udvikling og demonstration af nye energiteknologier. En del af midlerne går til støtteprogrammerne Innovationsfonden, EUDP og ELFORSK, der i 2019 fik bevilget i alt 539 mio. kr. Kilde: Finansloven.



Ny strategi med styrket fokus på store strategiske investeringer i klima og energi

Innovationsfonden skaber de bedst mulige rammer for landets iværksættere, forskere og virksomheder, så de kan udvikle innovative og levedygtige løsninger på samfundets konkrete udfordringer. Løsninger, der skaber værdi for Danmark – og ofte også for resten af verden.

Det gælder særligt på energiområdet, som er et af fondens væsentligste investeringsområder. Innovationsfondens investeringsstrategi på energiområdet tager afsæt i, at den grønne omstilling af energisektoren giver omfattende muligheder for eksport af klimavenlige og bæredygtige løsninger.

Innovationsfonden vil styrke den strategiske forskning på energiområdet, øge innovationskraften i den danske energisektor og medvirke til udvikling af radikalt nye løsninger til fremtidens klimaneutrale energisystem.

Innovationsfondens indsats på energiområdet spiller derfor en central rolle i at nå de politiske – og meget ambitiøse – klimamål. Investeringer i energiforskning og -innovation er afgørende for at lykkedes med at udvikle de teknologier og løsninger, der skal gøre det muligt at reducere Danmarks samlede CO₂-udledning med 70 procent allerede i 2030 – og på længere sigt gøre Danmark til et klimaneutralt samfund.

Regeringen og Folketinget har senest afsat hele 800 mio. kr. ekstra, som Innovationsfonden har fået til opgave at udmønte på det grønne område.

Innovationsfondens bestyrelse har netop vedtaget en ny overordnet strategi for fonden, som indebærer et styrket fokus på store strategiske indsatser, som skal danne rammerne om længerevarende platforme og forskningsmiljøer, der – i samarbejde på tværs af sektorer og forskningsområder i

ind- såvel som udland – kan bidrage til at gøre Danmark til en endnu vigtigere spiller på det globale energiområde.

Derudover indebærer Innovationsfondens nye strategi også, at fonden ønsker at være en samlende og koordinerende aktør i det danske forsknings- og innovationssystem. Det skal sikre, at alle aktører – både offentlige og private – arbejder endnu tættere sammen og på den måde kan skabe endnu bedre betingelser for grøn forskning og iværksæteri inden for energi, klima og miljø.

Innovationsfondens samlede portefølje på energiområdet er på i alt ca. 130 projekter svarende til ca. 1,9 mia. kr. I 2019 investerede Innovationsfonden i alt mere end 170 mio. kr. i energiområdet fordelt på fondens forskellige programmer – flere med internationalt sigte og med deltagelse af forskere og virksomheder fra hele verden.

Siden Innovationsfondens etablering har fonden investeret ca. 800 mio. kr. i 53 Grand Solutions projekter, der gennem stærk forskning og innovation bidrager til den grønne omstilling af energisektoren.

I 2019 var Power-to-X (hvor X'et værende både kemikalier og brændsler) fondens største investeringsområde på energiområdet med investeringer på ca. 70 mio. kr. hovedsageligt inden for programmerne Grand Solutions, Internationale Samarbejder og InnoBooster. Andre centrale temaer er især energilagring, vindenergi, digitalisering/big data/ AI og systemintegration/systemfleksibilitet.

Effektelektronik, bioenergi/biogas, solceller/solvarme, geotermi og grøn omstilling af både tung industri og landbruget er andre afgørende temaer i Innovationsfondens gældende investeringsstrategi på energiområdet.

Læs mere på www.innovationsfonden.dk

Simpel opskrift på ammoniak: El, vand og luft

E-Ammonia, der nyder bevågenhed fra Bill Gates-selskab, kan gøre gartnerier og landbrug selvforsynende med ammoniak.

Planter som ærter og lucerne er ferme til at hente kvælstof ud af luften og trække det ned i deres rødder – og dermed gøde jorden med ammoniak. Vores luft rummer masser af kvælstof, men det kræver sin fabrik at omsætte kvælstof (N₂) til ammoniak (NH₃) i stor skala.

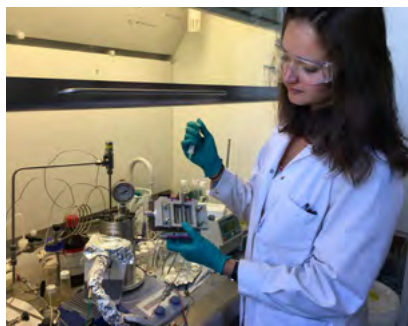
Ammoniak til handelsgødning, og kemikalier bliver produceret på ca. 150 centrale kæmpe fabrikker verden over. Produktionen kræver højt tryk og varme, og det kræver masser af fossil energi. Spørgsmålet er, om de termiske processer kan erstattes af elektrokemiske:

– Med projektet E-Ammonia tester vi, om man kan lave ammoniak på en anden og mere decentral måde. Lykkes det, kan det være med til at gennemføre en grøn omstilling af den kemiske industri, siger professor Ib Chorkendorff fra DTU Fysik fra grænselandet mellem fysik og kemi.

E-Ammonia, der er støttet af Innovationsfonden, bygger videre på mindst ti års arbejde, hvor DTU Fysik har ledt efter en katalysator, der kan bidrage til produktionen af ammoniak. Brint kan skaffes fra vand via elektrolyse, men kvælstoffet skal lokkes ud af luften ved hjælp af den rette katalysator. Ifølge Ib Chorkendorff findes der hundredvis af videnskabelige artikler med forslag til dette hjælpestof, hvoraf langt de fleste er 'rent vrøvl'.

– Nej, vi kan for eksempel ikke bruge guld, men for et par år siden faldt vi ved en ren tilfældighed over en ældre japansk artikel om en metode, der benytter lithium. Lithium aktiverer kvælstof, og det var præcis det, vi ledte efter til vores elektrokemiske proces, siger Ib Chorkendorff.

Via kontakter på Stanford Universitet hørte Bill Gates-selskabet Breakthrough Energy Ventures om gennembruddet med brug af lithium, og amerikanerne var ifølge Ib Chorkendorff straks klar til at opbygge et produktionsapparat.



'Vi har allerede haft store gennembrud, indsendt en patentansøgning og haft et paper i Nature', fortæller Suzanne Andersen fra DTU Fysik, der tror så meget på den nye ammoniak-teknologi, at hun tør drømme om at starte et firma om et par år. Foto: Jesper Tornbjerg.

En opskrift med strøm, vand, luft og lithium lyder fristende, men helt simple er processerne ikke. Derfor er Breakthrough Energy Ventures nu med i E-Ammonia-projektet sammen med DTU, Stanford Universitet og det lille danske hightech-firma Spectro Inlets.

– E-Ammonia er et højrisiko-projekt. Vi tror på teknologien, men et af de store spørgsmål er, om vi – når den tid kommer – kan producere ammoniak til konkurrencedygtige priser. Ammoniakindustrien er bl.a. ved hjælp af termiske katalysatorer fra Haldor Topsøe også i gang med at effektivisere og "grønne" deres processer, påpeger Ib Chorkendorff.

Procestemperaturen skal være nær stuetemperatur, så man kan reducere

trykket i processen fra 150-200 bar til måske 10-20 bar, hvilket gør at man kan lave processen decentralt. Succes afhænger også af at skabe det rette flow gennem den celle, der skal producere ammoniakken.

I laboratoriet på DTU Fysik viser ph.d. og post. doc. Suzanne Andersen en testcelle, der i en senere version gerne skulle blive meget mindre. Et fuldt færdigt anlæg vil minde om et brændselscelleanlæg og kan producere ammoniak på gartnerier og landbrug – eventuelt med el fra egne vindmøller og solceller. Det sidste har store perspektiver i de dele af verden, hvor ammoniak er meget dyrt pga. dårlig infrastruktur.

– Vi har allerede haft store gennembrud, indsendt en patentansøgning og haft et paper i det videnskabelige magasin Nature, fortæller Suzanne Andersen, der tror så meget på teknologien, at hun tør drømme om at starte et dedikeret firma om et par år.

Kommercielt vil det dog tage noget længere tid, inden gartnerier og landbrug kan blive selvforsynende med ammoniak på bæredygtige anlæg. Cellerne skal ned i størrelse og stakkes op i skala, så der kan gennemføres test på pilotanlæg og demonstrationsanlæg.

– Tidshorisonten ligger på 4-7 år, vurderer Ib Chorkendorff.

E-Ammonia

Budget på 27,2 mio. kr.

Heraf støtter Innovationsfonden med 19,5 mio. kr.

Forskning skal flytte 'økologiske' flowbatterier op i verdenseliten

ORBATS- og DanFlow-projekterne, der støttes af Innovationsfonden, udvikler lovende lagringsteknologi. Flowbatterier findes allerede i stor skala verden over, men de kan blive meget billigere og mere miljøvenlige, vurderer forskere.



'En lille virksomhed som vores holder aldrig op med at udvikle, men vi har ikke et kæmpebudget til forskning og udvikling, så det er vigtigt at kunne gå sammen med universiteter og teste, om der er noget nyt, der virker, eller ej', siger direktør Søren Bødker fra VisBlue. Foto: VisBlue.

Lagring bliver afgørende i fremtidens energisystemer, hvor der skal integreres enorme mængder el fra vind- og solenergi. Flowbatterier kan blive en af vinderne, når det handler om lagring i stationære anlæg i bygninger og tæt på elnettet.

Flowbatterier dækker over forskellige løsninger. Længst fremme er batterier bygget op om lagring af energi i væske tilsat metallet vanadium (atomnummer 23). Vanadium flowbatterier findes i megawatt-størrelse både i Japan, USA, Tyskland og Kina. Kineserne er ved at sætte trumf på med et anlæg på 200 MW, der fuld opladet kan levere 800 MWh tilbage til elnettet over fire timer.

I Danmark åbnede Aarhus-virksomheden VisBlue i 2019 for kommercielt salg af vanadium redox flowbatterier på 5-10 kW og op. De virker og sælges til bl.a. boligforeninger og øer – men kan blive bedre på en række parametre.

– En lille virksomhed som vores holder aldrig op med at udvikle, men vi har ikke et kæmpebudget til forskning og udvikling, så det er vigtigt at kunne gå sammen med universiteter og teste, om der er noget nyt, der virker, eller ej, siger direktør Søren Bødker fra VisBlue.

Vanadium i svovlsyre

Flowbatterier består i princippet blot af to tanke fyldt med væske, hvori elektriciteten lagres. Når væsken oplades eller aflades, bliver den pumpet ind i en 'stak'. En stak består af omkring 40 elektrokemiske celler, som består af elektroder. Stakkene adskiller de to væsker med en ionledende membran.

Den ene tank indeholder væske med en negativ elektrolyt – den anden væske med en positiv. De to væsker/elektrolytter bliver pumpet forbi membranen, hvor udvekslingen af ioner foregår, så der kan ske opladning eller afladning. For vanadium flowbatterier består væsken af vanadium opløst i svovlsyre. Zink, brom, jern og mange andre materialer kan også bruges som elektrolytter.

Med forsknings- og udviklingsprojekterne ORBATS (Organic Redox Flow Battery Systems) og DanFlow forsøger forskere og virksomheder med støtte fra Innovationsfonden at trække en anden type elektrolyt op i verdenseliten og optimere flowbatteri-teknologien.

– Vi skal finde en egnet slags 'rabarbersaft', så vi kan gøre teknologien billigere og grønnere – og slå litium ion-batterier af pinden på nogle anvendelser, siger Søren Bødker.

Økologiske flowbatterier

Ambitionen er altså at erstatte vanadium og andre metaller med biologiske/organiske materialer, der findes i nærmest ubegrænsede mængder. Ideen er altså at fremstille grønne eller 'økologiske' flowbatterier, så de er robuste over for forventede prisstigninger på vanadium.

– Vanadium flowbatterier har millioner af driftstimer bag sig og er tæt på at være moden teknologi, men vanadium findes kun i begrænset omfang i naturen og skal også bruges eksempelvis i stålindustrien. Det er en af grundene til, at vi arbejder med andre materialer, siger professor Johan Hjelm fra DTU.

Han påpeger, at det også er vigtigt at tænke miljøpåvirkninger, genanvendelsesmuligheder og sikkerhed ind i batterierne fra starten. Også her kan de organiske materialer give fordele, hvis det kan lykkes at komme op i skala og ned i pris.

Johan Hjelm er projektleder for ORBATS-projektet, hvor DTU samarbejder med Aarhus Universitet, Harvard University (USA) samt VisBlue, Lithium Balance, der er ekspert i batteristyre-systemer, og vindmøllegiganten Vestas.

ORBATS

Budget på 24,68 mio. kr.

Heraf støtter Innovationsfonden med 18,46 mio. kr.

Sammen bliver de løbende klogere på teknologi og forretningsmuligheder, ligesom der er ved at være klar med en 'økologisk' prototype på 1-2 kW.

Corona-krisen har forsinket prototypen, men tiden er godt brugt til at få en bedre forståelse af designet af væskerne i de grønne flowbatterier, så bl.a. opladning/afladning kan ske over mange år. Små justeringer i molekyle-sammensætningen har givet markante forbedringer, og testresultaterne i laboratorierne bliver bedre og bedre:

– Vi er nu oppe på en forventet levetid på over fem år, og det er meget positivt. Målet er 10-20 år, siger Johan Hjelm, der vurderer, at forskerne nu har solid viden om, hvad der 'på en nem og billig måde' kan modvirke degradering og øge levetiden, der for vanadium nærmest er ubegrænset.

Om alt går vel, lykkes det i den nære fremtid at fremstille organiske flowbatterier, der er billige at etablere og billige i drift. Flowbatterierne vil kunne lagre elektricitet i minutter, timer og halve dage – og kan dermed for eksempel bruges i bygninger, på netstationer for elnetselskaber, jernbaner og telekommunikation samt ved vindmølle- og solcelleparker og i forbindelse med offgrid-anlæg.



Vanadium flowbatterier har millioner af driftstimer bag sig og er tæt på at være moden teknologi, men vanadium findes kun i begrænset omfang i naturen og skal også bruges eksempelvis i stålindustrien. Illustration: Colourbox.

– Flowbatterier er en modulær teknologi, så vi kan hurtigt komme op i skala, vurderer Johan Hjelm.

Optimering af komponenter

Mens ORBATS nærmer sig afslutning, så følger nogle af de samme partnere



ORBATS- og DanFlow-projekterne, der støttes af Innovationsfonden, udvikler lovende lagringsteknologi. Ambitionen er, at det snart lykkes at flytte erfaringer fra laboratorier ud i den kommercielle verden. Kollage: Aarhus Universitet.

med DanFlow-projektet op med at optimere på komponenter, så den næste generation flowbatterier kan blive et økonomisk og miljømæssigt attraktivt valg for kunderne.

Under titlen 'DanFlow: High efficiency membranes and stacks for flow batteries' sætter Aarhus Universitet, DTU, VisBlue, Korea Institute of Science and Technology (KIST) og Danish Power Systems fokus på at forbedre stakkene inklusive deres membraner og elektroder – altså anlæggets kerne mellem de to væskefyldte sektioner.

– Vi tager udgangspunkt i anlæg med vanadium, men den viden, vi får, kan overføres til anlæg med organiske materialer. Vi forventer, at den næste generation af stakke flowbatterier kan komme ned på omkring en tredjedel i pris. Der er store potentialer for optimering af de enkelte komponenter, siger projektleder Anders Bentien, der er professor på Aarhus Universitet og medstifter af VisBlue i 2014.

Prisen skal ned

Ifølge Anders Bentien har flowbatterierne udviklet sig de seneste fem år, men lige præcis i forhold til stakkene har det været for lidt fart på. Stakke- ne vejer 30 kg/kW, og det kræver for mange materialer og for meget plads.

Med DanFlow forsøges der med et nyt geometrisk design af 'mini-stakke',

ligesom Danish Power Systems bidrager med viden om brændselsceller om, hvordan membranerne kan optimeres. Også på elektroderne kan der være effektiviseringsgevinster at hente.

Anders Bentien vurderer, at prisen for at lagre elektricitet i vanadium flowbatterier i øjeblikket ligger på ca. 500 euro/kWh. Branchen udvikler sig løbende, så det er sandsynligt, at prisen på flowbatterier kan følge samme mønster som litium ion-batterier, solceller og mange andre teknologier.

– Hvis vi kan nå ned på 100-150 euro/kWh, så er det et gennembrud for teknologien. Med det prisniveau, der er realistisk inden for 3-4 år, kan vi slå andre former for lagring, siger Anders Bentien.

Energitætheden i flowbatterier er noget mindre end i litium ion-batterier, så de kræver plads og vil næppe vinde indpas i mobiltelefoner og elbiler. Til gengæld har flowbatterierne længere levetid, materialerne er billigere, og anlæggene uden fare for brand.

Danflow

Budget på 14,92 mio. kr.

Heraf støtter Innovationsfonden med 11,22 mio. kr.

EUDP

Tilskud til grøn innovation af energiteknologi

Det Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP) støtter hvert år virksomheder, videninstitutioner og universiteters arbejde med udvikling og demonstration af nye, grønne energiteknologier. Det sker i en række perspektivrige projekter, der alle understøtter Danmarks målsætning om 70 procent CO₂-reduktion i 2030 og klimaneutralitet i 2050.

Siden etableringen i 2007 har EUDP støttet mere end 1.000 innovative projekter med knap 5 mia. kr. Formålet er at bidrage med at fastholde en høj forsyningssikkerhed og reduktion i CO₂-udledningen – en indsats, der går hånd i hånd med øget vækst og beskæftigelse i Danmark.

I 2019 støttede EUDP 83 projekter med i alt 469 mio. kr. Det beløb blev suppleret med 348 mio. kr. i egenfinansiering fra de medvirkende virksomheder, videninstitutioner og universiteter, der gennem deres engagement er med til at sikre, at hvert projekt gør en grøn forskel.

I 2019 har Damvad Analytics evalueret EUDP's effekt på de projekter, der modtog støtte i perioden 2008-2018. Damvad konkluderer blandt andet, at hver tilskudskrone fra EUDP tiltrækker yderligere 1,2 kr. til videreudvikling efter det enkelte projekts afslutning. Virksomheder, der har medvirket i EUDP-projekter, har 5 kroner i meromsætning per tilskudskrone (i alt 12,2 mia. kr. i perioden) og har øget deres netværk markant.

Det sidste gælder alle projektdeltagere i EUDP-projekterne. Hovedkonklusionerne er, at EUDP fremmer samarbejde mellem

virksomheder og videninstitutioner, at programmet er med til at fastholde danske erhvervsmæssige styrkepositioner, og at EUDP fastholder forsyningssikkerheden og reducerer CO₂-udledningen.

Netop afsluttede EUDP-projekter handler blandt andet om energilagring i sten, bæredygtige skibsbrændstoffer fra biomasse og en grønnere væksthushandelsindustri gennem digitalisering.

Alle projekter, der fik tilsagn om støtte i 2019, placerer sig inden for disse teknologiområder: Vindkraft, energieffektivitet, brint og brændselsceller, systemintegration, biomasse, internationalt samarbejde, solenergi, fossile brændsler og bølgekraft.

EUDP hjælper også danske virksomheder og universiteter internationalt. Det sker blandt andet i samarbejder med Europa-Kommissionens udbudsplatforme ERA-net og Det Internationale Energiagentur (IEA). I 2019 gav EUDP's bestyrelse tilsagn til 25 IEA-projekter, der typisk er netværksprojekter med fokus på videndeling på tværs af lande.

EUDP er teknologineutral i sin prioritering og bedømmer ansøgninger efter ni kriterier, der blandt andet omfatter innovationshøjde, klimapolitiske målsætninger og kommercialiseringspotentiale.

EUDP-sekretariatet står altid til rådighed for virksomheder, forskere og myndigheder, der ønsker at høre om deres muligheder for at søge tilskud til udvikling og demonstration af nye, grønne energiteknologier.

Læs mere på www.energiforskning.dk

Stenlager giver appetit på mere

Højtemperatur termisk energilagring i stenlager fungerer. Energiselskabet Andel varmer nu op til en opskalering af teknologien.



Et stenlager på DTU Risø kan gemme 1 MWh el. Næste skridt kan være et demonstrationsanlæg, der er 10-20 gange større og formentlig bliver placeret ved siden af et kraftvarmeværk på Sjælland eller Lolland-Falster. Læs mere på www.energilagring.nu

Et lille stenlager på DTU Risø viser så gode resultater, at energiselskabet Andel (tidligere SEAS-NVE) varmer op til en opskalering af teknologien, der kan bruges til at lagre elektricitet – som varme ved 600 grader – over døgn eller uger.

– Pilotanlægget har givet os blod på tanden, siger udviklingschef Ole Alm fra Andel.

Som projektleder for det EUDP-støttede 'Højtemperatur termisk energilagring (HT-TES)' har Ole Alm netop afsluttet projekt og rapportskrivning, men hermed stopper sagen om stenlageret ikke.

Forskere bl.a. fra DTU fortsætter med at gennemføre småforsøg på forsøgsanlægget, ligesom der er en ph.d.-opgave i proces. Derudover er Andel sammen med en række partnere i gang med at overveje det næste skridt.

– Vi er optimistiske, for stenlageret repræsenterer en billig og miljøvenlig måde til lagring af elektricitet. De små grå sten er billige, og de holder næsten uendeligt, så det, der koster, det er den del af anlægget, der omdanner strøm til varme og varme tilbage til elektricitet, fortæller Ole Alm.

Stenlageren på DTU Risø fylder 3½ kubikmeter og rummer 5½ tons sten af typen (svensk) diabase. Denne stentype, der er udbredt over hele verden,

kan tåle opvarmning til 800 grader, viser forsøg gennemført af Aarhus Universitet. Der findes bedre og dyrere typer sten, så hvad det optimale valg på længere sigt vil være, vil fremgå af fremtidige beregninger for en konkret business-case.

Hvordan konverteringen fra el til varme og tilbage til varme skal fungere, kræver også noget mere arbejde med teknikken, selv om set-up'et på DTU Risø fungerer.

– Men måske skal vi benytte varmepumper i fremtiden, vurderer Ole Alm, der regner med, at Andel sammen med udvalgte partnere selv vil forsøge at fintune teknikken. Samtidig er der ifølge Ole Alm en lang række fordele ved at samarbejde med universiteter – for eksempel i forhold til 'tungere' beregninger og indhentning af international viden – så han håber på fortsat tæt samarbejde.

Pilotanlægget på DTU Risø kan gemme 1 MWh el, og energiselskabet og dets partnere analyserer nu på et demonstrationsanlæg, der er 10-20 gange større, som formentlig vil blive placeret ved siden af et kraftvarmeværk i Andels forsyningsområde på Sjælland eller Lolland-Falster.

Et fremtidigt fuldskala-stenbatteri, som kan gemme og producere svarende til 1 time af det danske elforbrug, vil arealmæssigt fylde, hvad der svarer til én fodboldbane.

– Teknologien er endnu ikke helt moden, men vi vil gerne vise samfundssind og være med til at udvikle løsninger til den grønne omstilling. Vi regner med at kunne bruge et stenlager til køb af elektricitet, når priserne er lave, og salg, når priserne stiger igen. Derimod forventer jeg ikke, at det bliver os, der bringer teknologien ud i verden. Det vil vi overlade til kompetente samarbejdspartnere, siger Ole Alm.

I Danmark står vind- og solenergi for omkring halvdelen af elproduktionen. Andelen vil stige i de kommende år, og med større mængder fluktuerende elproduktion, vil elpriserne formentlig svinge mere end hidtil. Her kan stenlagre – i samspil med fysiske elnet, markedsmodeller, afgifter og andre rammevilkår – være med til at stabilisere priserne.

Udover Andel, DTU og Aarhus Universitet har også Rockwool, Energinet og Dansk Energi deltaget i pilotprojektet.

Højtemperatur termisk energilagring (HT-TES)

Budget på 8,54 mio. kr.

Heraf støtter EUDP med 6 mio. kr.

Platin fra bil-katalysatorer kan blive guld værd

3R – Genanvendelse af materialer i brændsels- og elektrolyseceller skal gøre dansk producent af miljøvenlige brændselsceller selvforsynende med dyre og kritiske ædelmetaller.

Platin udvindes fra miner bl.a. i Sydafrika og Rusland – og koster virkelig mange penge. Iridium er et sjældent jordmetal, der udvindes i små mængder af mineaffald. Også dette ædelmetal koster dyrt i indkøb.

Begge er nødvendige for den grønne omstilling af den globale energibranche: Platin indgår i brændselsceller og iridium i elektrolyseceller.

Aktuelt bliver platin udvundet fra udtjente katalysatorer fra biler ved smeltning. Denne proces, hvor platin skal skilles ud fra en smeltmasse, er dyr, kræver meget energi og belaster miljøet.

– Både platin og iridium er meget dyre materialer, så genanvendelse er i høj kurs. Vi har udviklet en miljøvenlig og mere elegant metode. Den skal vi teste af i et demonstrationsanlæg i en fornuftig skala, siger forskningsingeniør Mikkel Juul Larsen fra Odense-virksomheden IRD Fuel Cells.

Mikkel Juul Larsen er projektleder for EUDP-projektet '3R – Genanvendelse af materialer i brændsels- og elektrolyseceller', hvor de tre R'er står for recycle, reuse og reduce.

”

Både platin og iridium er meget dyre materialer, så genanvendelse er i høj kurs

MIKKEL JUUL LARSEN,
IRD FUEL CELLS



Katalysatorer fra biler indeholder platin, der skal genanvendes på en miljøvenlig og mere elegant metode. Foto: Colourbox.

Med 3R-projektet, der er startet i 2020, vil IRD Fuel Cells sammen med CriMaRec i Strib og Syddansk Universitet – på baggrund af års forudgående arbejde og et patent – udvikle og opskalere 'en effektiv og bæredygtig metode' til at genanvende ædelmetaller som platin og iridium.

CriMaRec har erfaringer med at skaffe bilkatalysatorer og skille dem ad, så de enkelte dele kan bevare en større del af deres værdi. Metoden kan også bruges på membran-elektrode-samlinger, der er nøglekomponenter i polymerbrændsels- og elektrolyseceller – altså den type produkter, som IRD Fuel Cells lever af at producere og sælge til verdensmarkedet.

En højere grad af genanvendelse af ædelmetaller fra skrot vil gavne Odense-virksomheden på flere fronter: Selvforsyning af dyre, kritiske råstoffer, mere miljøvenlige produkter, der kan recirkuleres, og større produktion/markedssandel.

– Vi binder nye sløjfer på bæredygtigheden, siger Mikkel Juul Larsen, der finder det ekstra interessant, hvis det lykkes at genanvende platin fra katalysatorer fra oliedrevne transportmidler til brug for nogle af de vedvarende alternativer, der skal erstatte de selv samme gamle teknologier.

IRD Fuel Cells producerer brændselsceller til køretøjer, kraftvarmeværker, telekommunikationsudstyr og andre produkter. Brændselscellerne kan bl.a. drives af brint og methanol.

3R – Genanvendelse af materialer i brændsels- og elektrolyseceller

Budget på 14,02 mio. kr.

Heraf støtter EUDP med 9,45 mio. kr.

Blomster får klimahjælp af digitale tvillinger

Væksthusindustri 4.0 skal gøre danske gartnerier, der årligt omsætter for 4 mia. kr., mere digitale og energieffektive.



Digitale tvillinger, der er kopier af fysiske systemer, kan gøre danske gartnerier mere miljø- og klimavenlige. Foto: Colourbox.

Asters, margueritter, pelargonier og brændende kærlighed er nogle af de potteplanter og snitblomster, der dyrkes af danske gartnerier. Dyrkning af blomster under nordlige himmelstrøg kræver betydelige mængder energi, så gartnerierne har i mange år arbejdet på at øge energieffektiviteten og mindske klimabelastningen.

Med et nyt EUDP-projekt, Væksthusindustri 4.0, tager branchen repræsenteret ved partnerierne Hjortebjerg fra Nordfyn, ByGrowers fra Odense og A/S Knud Jepsen fra Hinnerup endnu et skridt mod en grønnere blomsterdyrkning.

– Med Væksthusindustri 4.0 bruger vi de teknologier, der er kendt fra den 4. industrielle revolution – altså med data opsamlet af sensorer, Internet of Things, Big Data, Cloud Computing og digitale tvillinger, siger faglig leder, ph.d. Jesper Peter Mazanti Aaslyng fra Teknologisk Institut.

Som projektleder skal Jesper Aaslyng bl.a. være med til at koble praktisk viden fra gartnerierne med teoretisk kunnen fra universiteter og andre vidensinstitutioner.

– Når det handler om at dyrke blomster, er Nederlandene i en liga for sig selv, men vi er gode til at arbejde sammen og indføre ny teknologi i Danmark. Teknologisk er vi foran Nederlandene, vurderer Jesper Aaslyng, der ser Væksthusindustri 4.0, hvor der bygges videre på knap 25 års energiforskning, som en befæstelse af denne position.

– Gartnerierne er allerede rimelig digitale. De har halveret deres energiforbrug de seneste 10-15 år, men jeg er sikker på, at der er mere at hente

samtidig med, at vi er skarpe på deres produktivitet, siger Jesper Aaslyng.

Gartnerier kan fra efteråret 2020 – takket være et andet og næsten afsluttet EUDP-projekt – benytte en digital tvilling, der modellerer klimaet inde i væksthuse. Ved hjælp af dette software kan gartnerierne indtaste egne data og få bud på, hvordan de kan energioptimere deres forretning ved at investere i LED-belysning, nye gardiner, regulere på temperaturer dag/nat og andre tiltag.

– Den første klimatvilling, der kan sikre et mere effektivt energiforbrug inde i væksthuse, vil være tilgængelig for alle gartnerier, fastslår Jesper Aaslyng.

De to næste tvillinger skal udvikles i regi af Væksthusindustri 4.0. Tvilling 2 drejer sig om at optimere gartneriernes energiforsyning (inkl. lagre, varmepumper mm.) og samspillet med energisystemet – herunder mulighederne for at spille fleksibelt sammen med elnet og eventuelle fjernvarmesystemer.

Energipriser og vejrudsigter kan også give digitale fingerpeg til driften af de fysiske anlæg.

Med tvilling 2 trækkes der på tre vidt forskellige erfaringer fra de deltagende gartnerier. Hjortebjerg benytter naturgas til opvarmning og har et varmelager i undergrunden, mens ByGrowers og A/S Knud Jepsen har fjernvarme og andre strenge at spille på. Alle er naturligvis koblet på de lokale elnet og har mulighed for at tage højde for eventuelle tidsdifferenterede nettariffer og tilbud fra deres elhandelsselskaber.

Med tvilling 3 kigger projektpartnerne på den produktionsstyring, der nødvendigvis skal være knivskarp. Det

nytter ikke, hvis påskeliljerne først er klar til pinse, ligesom julestjerner ikke er meget værd i januar. Op til mors dag skal der selvfølgelig også være blomster klar til salg i landets butikker.

For at benytte de digitale tvillinger skal gartnerierne installere en datalogger, der kan levere data til en central server. Dermed kan der laves beregninger og simuleringer – og leveres bud på, hvordan det enkelte gartneri (den fysiske tvilling) kan optimere sin drift energimæssigt og økonomisk.

– Globalt set er der et kæmpe marked for denne slags løsninger. Senmatic, som er med i EUDP-projektet, har en pæn markedsandel for it-løsninger til gartnerier i Nordeuropa. Væksthusindustri 4.0 kan både styrke eksporten af blomster og eksporten af teknologi, siger Jesper Aaslyng.

De digitale tvillinger vil blive installeret og demonstreret hos de deltagende væksthusegartnerier. Væksthusindustri 4.0's digitale tvillingsoftware vil senere blive stillet til rådighed, nationalt og internationalt til andre gartnerier på kommercielle vilkår.

Væksthusindustri 4.0

Budget på 16,11 mio. kr.

Heraf støtter EUDP med 12,32 mio. kr.



Energieffektiv el- og energianvendelse bidrager til et CO₂-neutralt samfund

Effektiv anvendelse af el og energi i bygninger og industri er et vigtigt led i at omstille til et CO₂-neutralt energisystem i 2050 med et delmål på 70 procent i 2030.

Dansk Energis forsknings- og udviklingspulje, ELFORSK, har til formål at støtte effektiv anvendelse af el og energi – herunder løsninger, der bidrager til fleksibilitet.

ELFORSK støtter projekter, som udvikler nye energieffektive teknologier og løsninger inden for bygninger og industri. ELFORSK vægter også projekter, der skaber omkostningseffektive løsninger fx i form af billiggørelse eller brug af data.

I 2019 var der i alt 60 ansøgere inkl. ansøgere til en ELFORSK-særpulje. ELFORSK støttede 25 projekter med 21 mio. kr. heraf otte projekter under særpuljen. Særpulje-projekter har et kortere forløb og er rettet mod små og mellemstore virksomheder.

Et eksempel på et område, der fik særligt fokus i 2019, var varmepumpeprojekter. Varmepumper er en vigtig del af elektrificeringen af samfundet, og ELFORSK støtter

en nødvendig udvikling af mere effektive og miljøvenlige varmepumper til bygninger og industri.

ELFORSK prioriterer projekter med størst muligt potentiale for effektiv el- og energianvendelse og prioriterer i stadig større udstrækning projekter, der udnytter brug af data fremfor alene at fokusere på teknologiske forbedringer.

Indsatsen virker. En evaluering udført af DAMVAD Analytics, juli 2020, viser, at stort set ingen projekter ville være gennemført uden ELFORSK-støtte.

Samtidig viser evalueringen, at ELFORSK spiller en vigtig rolle i fødekæden mellem forskning, udvikling og demonstration: Dels fordi ELFORSK støtter innovation inden for energieffektivisering, som ellers ikke ville være blevet gennemført, og dels fordi ELFORSK modner projektdeltagere til at deltage i yderligere F&U-aktiviteter.

ELFORSK giver i gennemsnit 1 mio. kr. i støtte pr. projekt med en egenfinansiering på 50 procent.

Læs mere på www.elforsk.dk

Data giver store gevinster i intelligente bygninger

IoT-baseret dataopsamling i høj opløsning giver bedre bygningsdrift og -design, viser erfaringer fra to kontorbygninger i hovedstadsområdet.

Kontorbygningerne Flintholm Company House fra 2010 og Gladsaxe Company House fra 2015 har begge energimærke A og flotte certifikater, men ved at udnytte internetbaseret teknologi med data i høj opløsning kan bygningerne blive endnu mere energieffektive og deres kvadratmeter kan blive udnyttet bedre.

”

Med IoT-modellen kan teknikerne i bygningerne få data præsenteret på en tablet, så de er lettere at agere på baggrund af

PETER WEITZMANN, NCC

Det viser et ELFORSK-støttet projekt, hvor NCC og en række partnere har udviklet en metode til smidig opsamling af forbrugsdata tæt på realtid. Projektet viser, at data fra bygningernes drift (el, varme, vand, indeklimate, benyttelse mm.) kan optimere driften af selvsamme bygning og bruges til design af fremtidige bygninger.

– Alle, der arbejder med energiledelse, vil sige 'og hvad så', men vores metode gør det muligt at sikre sig højt opløste data, der er nemme at gå til. Dataopsamlingen sker uafhængigt af bygningernes CTS-anlæg og er neutrale i forhold til leverandører af sensorer. Denne fleksibilitet er en af grundene til, at vi har lyst til at bruge modellen igen på andre bygninger, forklarer projektleder, konceptudviklingschef Peter Weitzmann fra NCC.

Energinets DataHub giver timemålinger for elforbruget, men dermed går

man glip af masser af peaks og minimer, fordi det interessante ofte sker på minutbasis eller måske endnu med endnu mindre opløsning i tid, påpeger han.

– Ved at installere sensorer og samle data i 'skyen' kan vi med vores model bl.a. se detaljer om, hvordan ventilationsanlægget virker, og hvor mange mennesker, der er på kontorer og i mødelokaler, og hvor meget strøm, bygningen bruger per eltavle. Vi kan hurtigt konstatere, om der er noget, der ser forkert ud – og dermed afgøre, hvor vi kan spare energi eller lave andre forbedringer, siger Peter Weitzmann fra NCC, der har været totalentreprenør på begge de to company houses.

Kontorbygningen på Dirch Passers Vej ved Flintholm Station ejes af PKA og har ejendomsadministrationsselskabet DEAS som en af flere lejere, mens bygningen i Gladsaxe har Pension Danmark som ejer og NCC som en af beboerne. Begge pensionskasser og DEAS har sammen med IT-Universitetet og Gate 21 bidraget til ELFORSK-projektet.

Peter Weitzmann påpeger, at de data, der typisk er tilgængelige for driftspersonalet, er dem der – sat på spidsen – kan graves frem fra CTS-anlæggenes dyb og lægges i excel-ark. Med IoT-modellen kan teknikerne i bygningerne få data præsenteret på en tablet, så de er lettere at agere på baggrund af. I et næste ELFORSK-projekt vil der endda blive skruet endnu mere op for måden data præsenteres på, så de gøres nemmere for driftspersonalet at handle på.

Udover at bruge data til at optimere den daglige drift, kan IoT-data også gøre gavn, når de næste bygninger



Gladsaxe Company House fra 2015 har energimærke A, men ved at udnytte internetbaseret teknologi med data i høj opløsning kan bygningen blive endnu mere energieffektiv. Foto: NCC.

skal designes. Erfaringerne fra de to company-houses viser for eksempel, at eltavlerne er overdimensioneret med 30-50 procent. Ved at ramme mere rigtigt kan fremtidige bygningsejere se frem til et mindre nettilslutningsgebyr fra de lokale elnetselskaber og spare på brugen af materialer. Også ventilationsanlæg og kølemaskiner ser ud til at kunne blive mindre – med de økonomiske besparelser, det kan give.

En ikke-energimæssig læring er, at skriveborde i gennemsnit bliver brugt 25-30 procent af arbejdstiden – rækkende fra 10-20 minutter om dagen til 6-7 timer. I dialog med brugerne vil det altså i teorien kunne lade sig gøre at optimere brugen af rum og skriveborde til kloge kvadratmeter.

IoT-baseret dataopsamling til bedre bygningsdrift og -design

Budget på 2,42 mio. kr.

Heraf støtter ELFORSK med 1,35 mio. kr.

Lille varmepumpe – stor effekt

Luft-vand-varmepumper med naturlige kølemidler kan snart erstatte traditionelle HFC-kølemidler, som er skadelige klimagasser. Dermed kan godt isolerede huse med varmepumper blive endnu mere miljø- og klimavenlige.

Velisolerede familiehuse vil i fremtiden kunne få energieffektiv gulvvarme ved hjælp af luft-vand-varmepumper med et naturligt kølemiddel. I et ELFORSK-projekt er den stærke drivhusgas HFC som kølemiddel erstattet med propan, der er langt mere miljø- og klimavenlig.

– Testrapporten for en første prototype viser, at anlægget kører fint. Virkningsgraden er endda lidt bedre end for tilsvarende HFC-anlæg, så energieffektiviteten er i top, siger projektleder, civilingeniør Per Henrik Pedersen fra Teknologisk Institut.



Prototype af luft-vand-varmepumpe med propan-kølemiddel bliver testet i klimakammer. Foto: Teknologisk Institut.

For at skifte fra HFC til propan (R290) har projektgruppen, der også tæller Danmarks største producent af varmepumper, Nilan, kølegrossisten H. Jesen Jürgensen A/S, Vonsild Consulting og ventilatorproducenten EBM-PAPST Denmark, skulle løse en udfordring med brandsikring. Vonsild Consulting har her bidraget med nyttig viden om brandbare kølemidler og standarder for brandsikkerhed.

– Projektet viser, at vi kan tackle de sikkerhedsmæssige udfordringer, der er ved at bruge et brandbart kølemiddel, ved at placere varmepumpeenhedens termodynamiske kredsproces i en kasse uden for huset, fortæller Per Henrik Pedersen.

For at nå så langt har projektpartnerne foretaget en række matematiske beregninger for at få bud på den bedste løsning. Propan har andre egenskaber end HFC, så der har været nødvendigt at finde en ny kompressor og fintune rørføringen i anlægget.

Før ELFORSK-projektet slutter, skal projektpartnerne justere teknikken til endnu engang og opbygge en prototype 2 med en eller flere nye komponenter.

Når testresultaterne fra det nye anlæg foreligger, kan Nilan tage stilling til, om produktet skal sættes i produktion og tilbydes varmepumpe-markedet for nybyggede huse, hvor der ikke er plads til – eller man ikke har lyst til – at grave slanger ned i jorden. Luften leverer i stedet energien til varmepumpen, der ved hjælp af elektricitet hæver temperaturen til gulvvarmesystemet (ca. 35 °C).

Ambitionen for projektpartnerne er, at produktet får forbedret sin energieffektivitet med 5-10 procent, så det kan blive placeret i den bedste energiklasse (A+++) og leve op til EU's Ecodesign-krav. Nilan tilbyder allerede produkter (0,5-8,4 kW) med de tre plusser, men med HFC.

– Propan er billigere end HFC, og jeg forventer, at prisen på HFC vil stige yderligere i takt med EU's udfasning af HFC. Nogle af de nye komponenter er muligvis lidt dyrere end de gamle, så jeg forventer anlæg til cirka samme pris – måske marginalt dyrere, siger Per Henrik Pedersen.



Foto: Jesper Tombyberg

”

Virkningsgraden er endda lidt bedre end for tilsvarende HFC-anlæg, så energieffektiviteten er i top

PER HENRIK PEDERSEN, PROJEKTLEDER, TEKNOLOGISK INSTITUT

Udviklingen af en luft-vand-varmepumpe med naturlige kølemidler følger op på en mangeårig indsats på at fortrænge HFC-kølemidler med høj drivhuseffekt fra køleanlæg. Hvis Danmark og det øvrige EU skal nå sine klimamål for 2030 og klimaneutralitet i 2050, er det vigtigt også at få udviklet klimavenlige alternativer for varmepumper.

Luft-vand-varmepumpe med naturlige kølemidler

Budget på 2,67 mio. kr.

Heraf støtter ELFORSK med 1,3 mio. kr.

Iværksættere sætter fleksibelt elforbrug på formel

Minimering af CO₂-aftryk ved intelligent styring af fleksibelt elforbrug kan lade sig gøre – automatisk. Det viser erfaringer fra Ento Labs, der har udviklet en metode, der kan udnytte energifleksibilitet i kontorer, butikker og bygninger.

Fleksibelt elforbrug kan komme i høj kurs i takt med, at vind- og solenergi nu begynder at dominere det danske el-miks og skabe større udsving i elpriserne. Derfor inddrager det lille softwarefirma Ento Labs nu planlægning af fleksibelt elforbrug som en del af sin virtuelle energirådgivning af banker, butikskæder, bygninger mm.

– Hvis vores kunder kan blive mere fleksible i deres elforbrug, kan de spare penge og CO₂. I dette projekt handler det altså ikke nødvendigvis om at sænke elforbruget, men om at flytte det, siger Bo Tranberg, der er en af stifterne af iværksætterfirmaet Ento Labs. Projektet skal ses som en udvidelse af Ento Labs' platform til energirådgivning, der automatisk kan screene bygninger for forbedringspotentialer.

”

Vores simuleringer kan bruges på alle typer fleksibilitet

BO TRANBERG, ENTO LABS

Med støtte fra en særpulje under ELFORSK har Ento Labs foretaget et studie af, hvordan fleksibelt elforbrug kan indgå i en datadreven rådgivning – og hvor mange penge og CO₂, der kan spares.

Som en del af et ph.d.-projekt har Bo Tranberg tidligere udviklet en metode, der tager udgangspunkt i spot- og engrospriser og nu er blevet udvidet med to prognosemodeller for CO₂-intensitet i elforbruget time for time. Altså bud på hvor meget CO₂ er der forbundet



Fleksibelt elforbrug skal hjælpe elsystemet til at være i balance – også når det ikke blæser. Illustration: Dansk Energi.

med et kWh-forbrug for eksempel nu, om tre timer eller i nat kl. 4.00.

De fire stiftere af Ento Labs fokuserer på håndtering af vildt mange elforbrugsdata bl.a. ved hjælp af machine learning, så de er i besiddelse af betydelig datakraft. Med ELFORSK-projektet tages udgangspunkt i sit eget elforbrug til servere, der bruges rigtig meget til tunge kørsler af simuleringer mm. Disse kørsler behøver ikke nødvendigvis at ligge kl. 13, hvis elprisen er særlig høj på det tidspunkt.

– For et ugentligt job med to dages fleksibilitet og en varighed på seks timer, har vi beregnet en 23 procent CO₂-besparelse sammenlignet med at bruge strømmen på et tilfældigt tidspunkt. Vores analyse viser også, at der med fordel både kan optimeres efter CO₂-udledning og spotpris for strøm, fortæller Bo Tranberg.

Ento Labs og mange andre virksomheder kan flytte en del af deres elforbrug til tidspunkter, hvor strømmen er grønere eller billigere, fastslår han.

– Vores simuleringer kan bruges på alle typer fleksibilitet, siger Bo Tranberg fra Ento Labs, hvis kunder via en såkaldt

API (application program interface) kan sætte maskiner til at snakke med andre maskiner for dermed at planlægge og optimere deres elforbrug ud fra data for CO₂-intensitet op til otte dage frem i tid.

Ento Labs er nu i dialog med en række kunder om at inddrage denne service, der foregår via en egenudviklet platform, der kan bruges på alle europæiske elmarkeder.

– Vi tilbyder en ny tilgang til data, hvor screeninger og benchmark giver mulighed for at yde en målrettet energirådgivning... inklusiv det nye fokus på fleksibelt elforbrug, siger han.

En række elnetselskaber har indført tidsdifferentierede nettariffer, og jo flere af den slags incitament, desto mere interessant bliver det for elkunder at understøtte elnettet med at flytte forbrug til grønne og billige tidspunkter.

– Vores demonstrationsprojekt har vist, hvordan man automatisk kan udnytte fleksibiliteten i elforbruget i Danmark med minimale kapitalomkostninger for slutbrugeren, hvis ressourcen kan integreres via API, siger Bo Tranberg.

Minimering af CO₂-aftryk ved intelligent styring af fleksibelt elforbrug

Budget på 440.000 kr.

Heraf støtter ELFORSK med 220.000 kr.

Flere penge på vej til energi- og klimaforskning

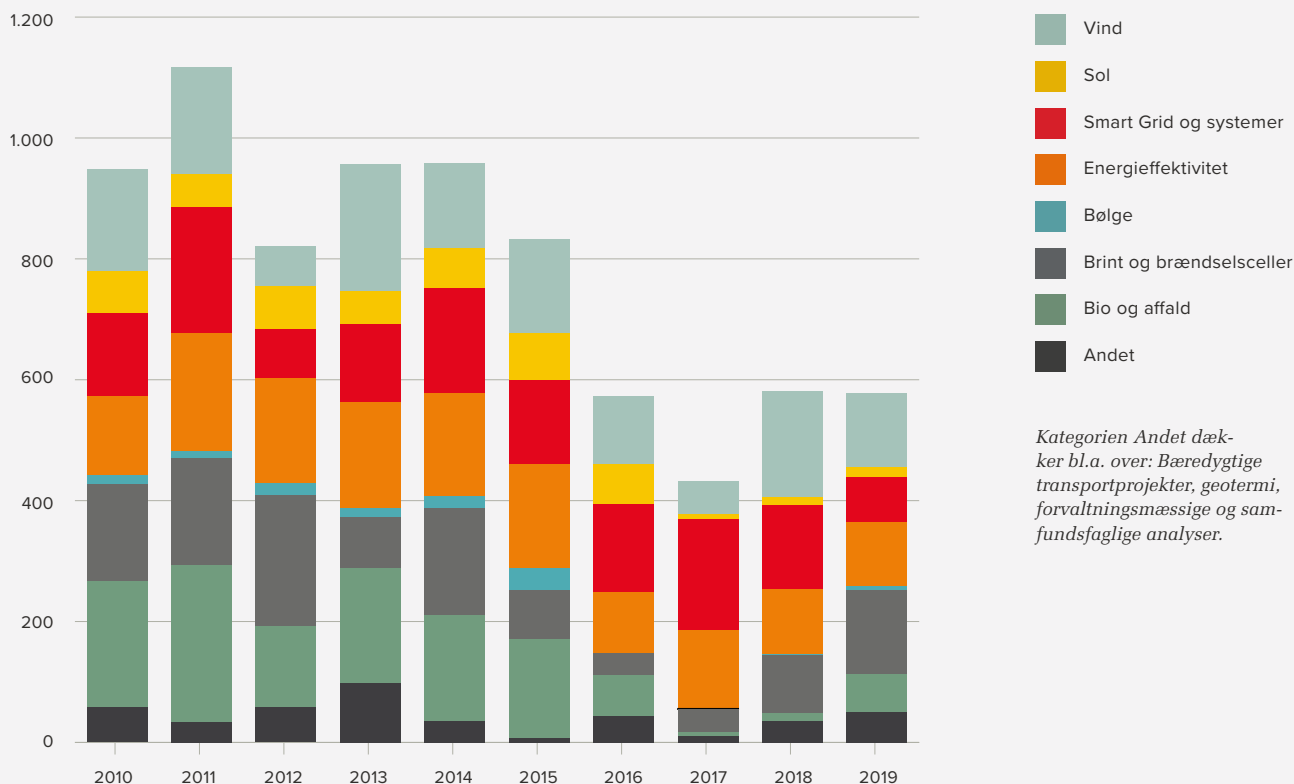
Innovationsfonden, EUDP og EL-FORSK har ydet støtte for 595 mio. kr. i 2019 til forskning, udvikling og demonstration af nye grønne løsninger. Det vil være med til at fremme den grønne omstilling i Danmark samtidig med, at det skaber grundlag for vækst og arbejdspladser i energisektoren i hele landet og eksport af dansk energiteknologi.

Med 2018-energiaftalen blev alle Folketingets partier enige om at øge de statslige midler til forskning, udvikling og demonstration inden for energiteknologi og klima efter 2020.

*Brintteknologien er et vigtigt indsatsområde for forskning, udvikling og demonstration.
Foto: Colourbox*



PROGRAMMERNES UDMØNTNINGER TIL TEKNOLOGIER OVER 10 ÅR (MIO. KR.)



I 2019 blev der ifølge www.energiforskning.dk udmøntet midler til projekter for 595 mio. kr. Differencen mellem det bevilgede beløb på finansloven (2019: 539 mio. kr.) og de udmøntede midler skyldes især, at Innovationsfonden har udmøntet en del midler fra ikke-øremærkede puljer. Data fra energiforskning.dk omfatter ikke udmøntede midler til Innovationsfondens danske programmer Talent og Innobooster samt internationale programmer. Tallene i grafikken angiver i et vist omfang bevillinger, som ikke i alle tilfælde udnyttes fuldt ud. De viste tal kan derfor indeholde genanvendelse af ikke udnyttede bevillinger.

533 aktuelle projekter gør Danmark klogere

Gennem de seneste ti år er der bevilget knap 8 mia. kr. til ca. 1500 projekter inden for forskning, udvikling og demonstration af energiteknologier. Aktuelt er der 533 projekter i gang med offentlige bevillinger på 3,9 mia. kr. Projektdelegerne stiller typisk med egenfinansiering på 30-50 procent. De 3,9 mia. kr. er fordelt på:

	Bio og affald	476 mio. kr.
	Brint og brændselsceller	446 mio. kr.
	Bølge	39 mio. kr.
	Energieffektivitet	773 mio. kr.
	Smart grid og systemer	849 mio. kr.
	Sol	181 mio. kr.
	Vind	844 mio. kr.
	Andet	302 mio. kr.

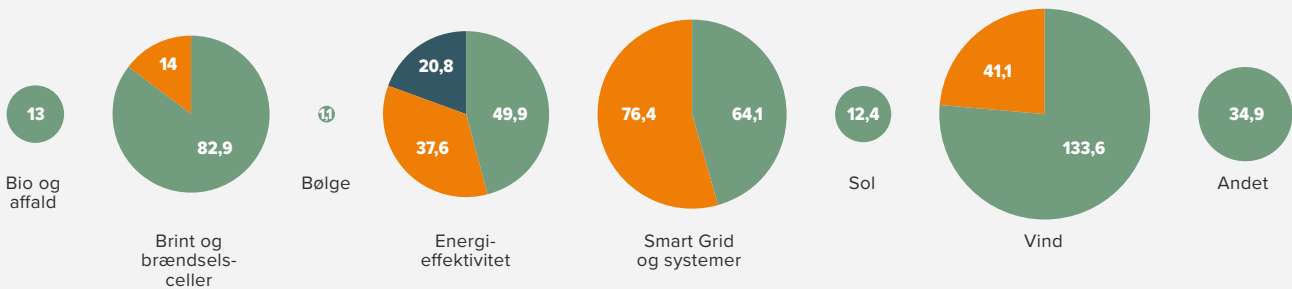
Mere fokus på brint og brændselsceller

I 2019 er der udmøntet ca. 595 mio. kr. til projekter, der skal forske, udvikle og demonstrere energiteknologier. Bevillingernes størrelse fordelt på emner svinger fra år til år bl.a. på

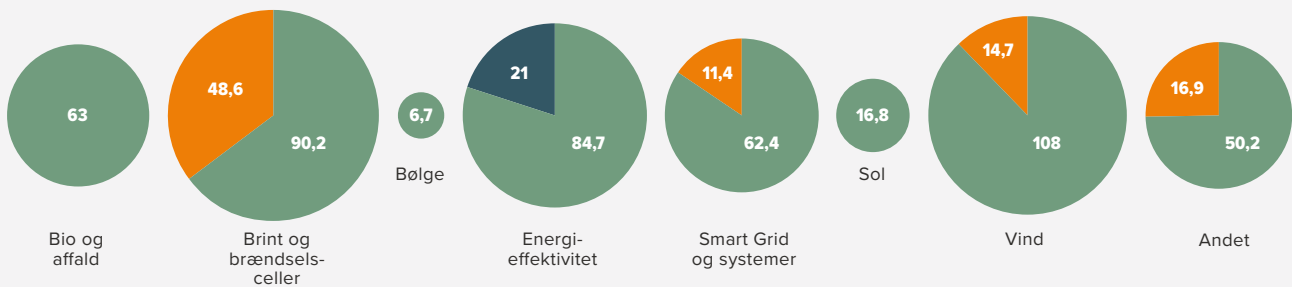
basis af indhold og omfang i de kvalificerede ansøgninger. I 2019 blev der (i forhold til 2018) især sat ekstra midler af til brint & brændselsceller.

PROGRAMMERNES UDMØNTNINGER FORDELT PÅ TEKNOLOGIER

2018 (MIO. KR.)



2019 (MIO. KR.)



■ Innovationsfonden
 ■ EUDP
 ■ ELFORSK

Kategorien Andet dækker bl.a. over: Bæredygtige transportprojekter, geotermi, forvaltningsmæssige og samfundsfaglige analyser. Kilde: Energiforskning.dk

Overblik over 2019



Bio og affald

Støtte i 2019: 63 mio. kr.

ANTAL PROJEKTER

Nye i 2019: **11**

Afsluttet i 2019: **15**

Igangværende: **58**



Brint og brændselsceller

Støtte i 2019: 139 mio. kr.

ANTAL PROJEKTER

Nye i 2019: **8**

Afsluttet i 2019: **6**

Igangværende: **36**



Bølge

Støtte i 2019: 7 mio. kr.

ANTAL PROJEKTER

Nye i 2019: **2**

Afsluttet i 2019: **1**

Igangværende: **13**



Energieffektivitet

Støtte i 2019: 106 mio. kr.

ANTAL PROJEKTER

Nye i 2019: **40**

Afsluttet i 2019: **46**

Igangværende: **184**



Smart grid og systemer

Støtte i 2019: 74 mio. kr.

ANTAL PROJEKTER

Nye i 2019: **12**

Afsluttet i 2019: **14**

Igangværende: **105**



Sol

Støtte i 2019: 17 mio. kr.

ANTAL PROJEKTER

Nye i 2019: **2**

Afsluttet i 2019: **5**

Igangværende: **28**



Vind

Støtte i 2019: 123 mio. kr.

ANTAL PROJEKTER

Nye i 2019: **13**

Afsluttet i 2019: **10**

Igangværende: **81**



Andet

Støtte i 2019: 67 mio. kr.

ANTAL PROJEKTER

Nye i 2019: **29**

Afsluttet i 2019: **6**

Igangværende: **76**

Få flere oplysninger
om alle danske energi-
projekter i databasen på
energiforskning.dk

*Søg støtte til forskning, udvikling
og demonstration af fremtidens
grønne energiprojekter.*

Energi20

Udgives i samarbejde mellem Dansk Energi
(programmet ELFORSK), Energistyrelsen
(programmet EUDP) og Innovationsfonden.

Redaktion

Dorte Lindholm (Dansk Energi/ELFORSK)
Mads Lyngby Petersen (Energistyrelsen/EUDP)
Sune Dalgaard Ebbesen (Innovationsfonden)

Design og layout

Operate A/S

Tekst og ansvarshavende redaktør

Jesper Tornbjerg, Dansk Energi

Download denne publikation på
energiforskning.dk

Udgivet oktober 2020

